

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

JAPANESE

BACK

NEXT

4 / 5

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-129141
 (43)Date of publication of application : 18.05.1999

(51)Int.Cl. B23Q 15/00
 G05B 19/4093

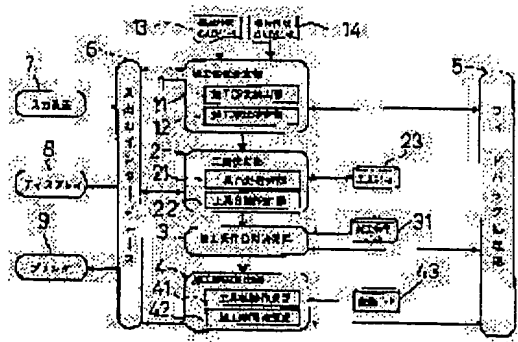
(21)Application number : 09-300187 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
 (22)Date of filing : 31.10.1997 (72)Inventor : SAKANE HIDEKI
 NAKAYAMA MASAHIRO

(54) AUTOMATIC PROCESSING AND EVALUATING DEVICE FOR MACHINING INFORMATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To automatically process and evaluate various pieces of machining information, and to automatically vary and set processed machining information when the evaluation does not satisfy a given condition.

SOLUTION: This automatic processing and evaluating device for machining information comprises a processing portion deciding part 1 to draw a machining region from a product shape and a blank shape and decide a machining shape; a tool deciding part 2 having at least one of a tool selection part 21 to select a tool to machine in a decided machining shape and a tool designing part 22 to design a tool; a machining condition deciding part 3 to produce a tool locus and decide a machining condition for a selected or designed tool; a machining time calculating part 4 to produce a tool locus and calculate a machining time from a decided machining condition and produced tool locus; and a feedback processing part 5 to automatically correct at least one of all pieces of machining information decided by the deciding parts 1, 2 and 3 and the machining time calculating part 4 so that a calculated machining time is adjusted to a target value, and effect feedback of the machining information to the machining time calculating part 4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.09.2001
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.04.2004
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-129141

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月18日

(51) Int.Cl.⁹

B 2 3 Q 15/00
G 0 5 B 19/4093

識別記号

3 0 1

F I

B 2 3 Q 15/00
G 0 5 B 19/403

3 0 1 Z
F

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平9-300187

(22) 出願日 平成9年(1997)10月31日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 坂根 英樹

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 中山 雅裕

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

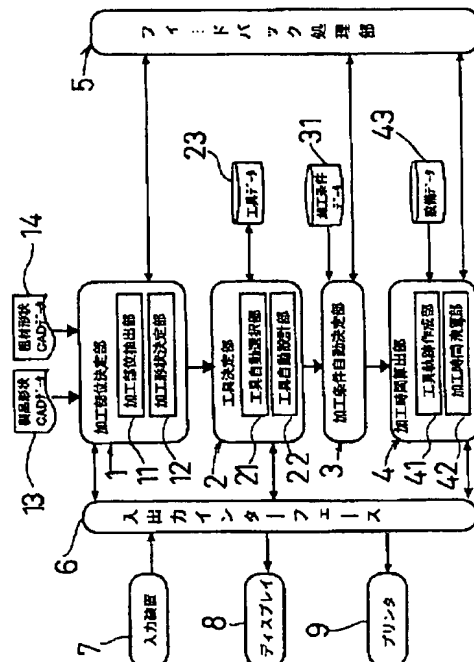
(74) 代理人 弁理士 専 経夫 (外3名)

(54) 【発明の名称】 加工情報自動作成評価装置

(57) 【要約】

【課題】 各種加工情報を自動で作成・評価し、評価が所定条件を満たさない場合に、作成した加工情報を自動で変更設定する。

【解決手段】 加工情報自動作成評価装置は、製品形状と粗材形状とから加工部位を抽出し、加工形状を決定する加工部位決定部1と、決定された加工形状に加工するための、工具を選択する工具選択部21と工具を設計する工具設計部22との少なくとも一つを有する工具決定部2と、選択されまたは設計された工具の加工条件を決定する加工条件決定部3と、工具軌跡を作成し、決定された加工条件と作成された工具軌跡とから加工時間を算出する加工時間算出部4と、算出された加工時間が目標値となるように、各決定部1,2,3、加工時間算出部4により決定された各加工情報の少なくとも一つを自動修正して該当決定部1,2,3、加工時間算出部4にフィードバックするフィードバック処理部5とを備えてなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 製品形状と粗材形状とから加工部位を抽出し、加工形状を決定する加工部位決定部と、決定された加工形状に加工するための、工具を選択する工具選択部と工具を設計する工具設計部との少なくとも一つを有する工具決定部と、選択されまたは設計された工具の加工条件を決定する加工条件決定部と、工具軌跡を作成し、決定された加工条件と作成された工具軌跡とから加工時間を算出する加工時間算出部と、算出された加工時間が目標値を満たすように、各決定部および加工時間算出部により決定された各加工情報の少なくとも一つを自動修正して該当決定部または加工時間算出部にフィードバックするフィードバック処理部とを備えたことを特徴とする加工情報自動作成評価装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加工情報自動作成評価装置に関し、さらに詳しくは、例えば、粗材から製品へと加工するための加工部位、加工部位を加工するための工具、加工条件等の加工情報を自動作成し、この作成された加工情報が目標値を満たすかを自動評価し、目標値を満たさない場合には、目標値を満たすように所定の加工情報を自動変更設定する加工情報自動作成評価装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】加工情報を作成してその評価を行う場合には、以下のような作業が従前から一般に行われている。すなわち、図10に示すように、設計者が手作業で製品図とその粗材図と比較して加工が必要な部位を抽出し、その加工部位が複雑である場合には容易に加工できるような形状に分割して、加工法別に加工形状を決定する。そして、決定した加工形状に適した工具を、現在保有している工具のリスト等のなかから捜して選択する。加工形状に適した工具が工具のリスト等のなかにはない場合には、加工形状から工具を新たに設計し、その工具を製作するための加工指示図を作成し、加工指示図の内容を確認して工具図を作成する。その後、被加工物および工具の材質や工具の加工形状に対する寸法等を確認して加工速度Vおよび工具の送り速度f等の加工条件を計算する。次いで、加工形状および工具形状から工具の送り距離を計算すると共に、加工形状に応じて工具の早送りおよび加工送り区間を決定して、工具軌跡を作成する。続いて、工具の早送りおよび加工送り区間の距離とその速度、工具交換時間、工具駆動主軸立ち上がり時間、ワーク姿勢変換時間等から加工時間を算出している。これらの一連の作業は手作業で行われている。算出された加工時間はあらかじめ設定された目標加工時間と比較され、目標加工時間を満たしていない場合には、算出加工時間が目標値を満たすように加工条件や各形状等の各種

条件を変更設定してフィードバックし、再度加工時間を算出し、その都度目標加工時間と比較する。

【0003】一方、特開平2-109657号公報に開示されているように、対話型数値制御装置あるいは対話型自動プログラム作成装置の加工プログラム作成過程での工具自動選択方式において、入力された加工形状に対応する工具ファイルから工具を読み出し、入力された粗材材質データおよび工具の切削条件ファイルから切削条件を読み出し、工具ごとの加工時間を計算し、最短の加工時間の工具を選択する工具自動選択方式が、従来より知られている。このものは、加工形状の入力によって、工具ファイルの工具が決まり、この工具の切削条件によって、各工具の加工時間が数値制御装置等によって計算され、最適の加工時間の工具が選択される。そして、このものによれば、加工形状に対応した工具ファイルの工具を自動的に選択するようにしたので、工具選択の操作が簡単になり、加工プログラムの作成が短縮される、等と記載されている。

【0004】また、特開平1-180009号公報に開示されているように、複数のデータ入力ステップの各ステップに応じて対話画像をディスプレイ装置に表示し、該対話画像を参照して素材形状や、溝を含む部品形状や加工工程、使用工具等を特定するデータを入力し、該入力されたデータを用いて旋削加工用のNCプログラムを作成するプログラミング装置において、工具を素材中心方向に所定量送って切り込ませた後、素材長手方向に溝幅に応じた量送って溝加工する第1の加工方法と、工具を素材中心方向に送って溝深さ迄加工した後、工具を引き上げて溝加工する第2の加工方法を用意し、溝加工に使用する工具の工具データに、前記第1の加工方法を繰り返して溝深さ迄溝加工するか、前記第2の加工方法を繰り返して全溝幅迄溝加工するかを決定する識別データを含ませ、使用工具が決定された時、該使用工具の工具データに含まれる前記識別データに基づいて溝加工方法を決定し、該決定された加工方法に基づいて溝切り加工用の工具通路を作成し、該工具通路に沿って溝加工する溝加工用のNCデータを作成する自動プログラミング方式が、従来より知られている。このものは、決定された加工方法に基づいて溝切り加工用の工具通路を作成し、該工具通路に沿って工具を移動させるNCデータを作成する。そして、このものによれば、使用工具によっては溝加工時間の短縮可能な工具通路を自動決定でき、特に溝の幅が広く、深い場合に有効である、等と記載されている。

【0005】さらに、特開昭61-95851号公報に開示されているデータ処理装置や、特開平6-332515号公報に開示されている加工データ作成システム、特開昭62-176730号公報に開示されている自動プログラミングにおける最適切削経路生成方法等が知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の従前から一般に行われている技術として図10に示したものにあっては、一連の加工情報の作成およびその評価のための作業を手作業により行っていたため、膨大な手間や時間がかかる等、種々の問題がある。例えば、加工部位の抽出は、手作業で図面を比較して加工に必要な箇所を抽出しなければならない。また、工具の選択は、加工形状に適した工具を工具のリスト等のなかから捜して選択しなければならない。さらに、加工形状に適した工具が工具のリスト等のなかに無く、工具を新たに設計する場合には、製品図および粗材図を比較して手作業で工具図を作成する必要がある、また、工具図の作成等が終了するまでは次の加工条件の計算以降の作業に進むことができないという問題があった。さらにまた、加工条件の計算を行うに際しては、工具の加工径寸法を確認しなければならない。また、工具軌跡を作成するためには、工具形状および加工形状に応じて工具の送り距離をその都度変更しなければならない。さらに、工具の決定および工具軌跡の作成が終了するまでは、必要な設備台数等を把握することができない。これらの問題に加えて、工具の重さによっては、工具交換装置の負荷が異なり、また、工具を交換する際に、重い工具を一定の速度で移動させて周囲に接触させた場合には破損することもあり得るため、加工時間を算出する際の工具交換時間に、工具の重量による違いを考慮する必要がある。さらには、算出された加工時間が目標加工時間を満たさない場合には、加工条件や加工形状の変更を手作業で行い、これらの変更設定以後の処理を再度手作業で行い、その都度目標加工時間と比較して繰り返し検討評価しなければならない。そのための作業には、膨大な手間や時間がかかるという問題や、算出された加工時間が目標加工時間を満たすように各種条件を変更設定してフィードバックし、各種条件が与える影響を掌握するまで時間がかかり、多大な困難を伴うという問題もあった。

【0007】一方、特開平2-109657号公報に開示された工具自動選択方式にあっては、工具ファイルや切削条件ファイルに記憶されたデータのみを用いて加工時間を算出するため、複雑な条件下での加工時間の算出が困難であるという問題があった。また、加工形状に対応した工具を工具ファイルのなかから自動的に選択するにどまり、加工形状に対応した工具が工具ファイルにない場合には、対応することができないという問題があった。さらに、このものにおいては、加工形状に対応した工具ファイルの工具の加工時間を計算して最短加工時間の工具を選択するのみで、算出した加工時間が目標加工時間を満たすか否かを評価することも、算出加工時間が目標加工時間を満たさない場合に各種加工条件を変更設定してフィードバックすることについても、一切考慮していない。

【0008】また、特開平1-180009号公報に開示された自動プログラミング方式にあっては、幅の広い深穴溝形状を含む部品を加工するNCプログラムを作成するためのものであって、使用工具によって第1または第2の溝加工方法を決定し、この方法に基づいて工具通路（工具軌跡）を作成するのみである。したがって、加工時間を算出することや、算出加工時間を目標加工時間と比較することはもちろんのこと、算出加工時間が目標加工時間を満たさない場合に各種加工条件を変更設定してフィードバックすることについて一切考慮していない。そして、決定された使用工具に基づいて溝加工方法の決定、工具通路の作成、溝加工用のNCデータの作成を行うので、溝加工方法および工具通路を変更するためには、工具自体を溝加工方法の異なるものに変更しなければならない。そのため、算出加工時間が目標加工時間を満たすように各種条件を変更設定してフィードバックすることは困難である。

【0009】さらに、特開昭61-95851号公報に開示されたものにあっては、加工の進行に伴って逐次切削効率が最適となるような加工条件指令を算出し、加工状況の変化に追従した加工を行うものである。また、特開平6-332515号公報に開示されたものにあっては、コーナー部を処理する際に、最初にコーナー部に挿入可能な最大径の第1の工具を選択し、その工具による加工領域の切削残り部分を算出し、この切削残り部分を第2の工具によって切削することにより、加工時間の短縮等を図るものである。特開昭62-176730号公報に開示されたものにあっては、切込量の自動調整を行い、効率の良い切削経路を自動生成するようにしたものである。したがって、これらの特開昭61-95851号公報、特開平6-332515号公報および特開昭62-176730号公報に開示されたものにあっては、その結果として算出加工時間が目標加工時間を満たすか、あるいは、目標加工時間を満たすようにするために一度決定した送り等の加工条件を変更設定してフィードバックすることについては考慮されていないものであった。

【0010】そして、特開平2-109657号公報、特開平1-180009号公報、特開昭61-95851号公報、特開平6-332515号公報、および特開昭62-176730号公報に開示されたものにあっては、総合的に加工情報を自動作成し、この作成された加工情報が目標値を満たすかを自動評価し、目標値を満たさない場合には、目標値を満たすように所定の加工情報を自動変更設定するようなものはなかった。さらに、上記従来の技術は、いずれのものであっても、加工形状に応じた工具がない場合に、その工具を自動設計するような技術的思想を有するものは無く、そのため、その後の加工条件等の作成検討に進むことができないという問題があった。

【0011】本発明は上記問題に鑑みてなされたもので、その目的は、各種加工情報を自動で作成し、この作成された加工情報を自動評価し、評価が所定条件を満たさない場合に、評価が所定条件を満たすように作成した加工情報を自動で変更設定することができる加工情報自動作成評価装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明に係る加工情報自動作成評価装置は、上記目的を達成するため、製品形状と粗材形状とから加工部位を抽出し、加工形状を決定する加工部位決定部と、決定された加工形状に加工するための、工具を選択する工具選択部と工具を設計する工具設計部との少なくとも一つを有する工具決定部と、選択されまたは設計された工具の加工条件を決定する加工条件決定部と、工具軌跡を作成し、決定された加工条件と作成された工具軌跡とから加工時間を算出する加工時間算出部と、算出された加工時間が目標値を満たすように、各決定部および加工時間算出部により決定された各加工情報の少なくとも一つを自動修正して該当決定部または加工時間算出部にフィードバックするフィードバック処理部とを備えたことを特徴とするものである。

【0013】本発明に係る加工条件検討装置では、加工部位決定部により自動で加工部位を抽出し、加工形状を決定する。決定された加工形状に加工するための工具は、工具決定部の工具設計部により自動設計されるか、あるいは、加工形状に加工するための工具が現に保有している工具のなかにある場合には、その工具が工具選択部により自動選択され、加工形状に適した工具が現に保有している工具のなかにはない場合に工具設計部によってその工具が自動設計される。加工条件決定部は選択されまたは設計された工具の加工条件を自動決定し、加工時間算出部は決定された加工条件と作成された工具軌跡とから加工時間を自動算出する。そして、算出加工時間は、あらかじめ設定された目標加工時間を満たすか判断され、目標加工時間を満たさない場合には、フィードバック処理部は、各決定部および加工時間算出部により決定された加工条件、工具、加工形状、設備等の加工情報の少なくとも一つを自動修正して該当決定部または加工時間算出部にフィードバックし、再度加工時間を算出して評価する。

【0014】

【発明の実施の形態】最初に、本発明に係る加工情報自動作成評価装置の実施の一形態を図1ないし図9に基づいて詳細に説明する。なお、図において同一符号は同一部分または相当部分とする。図2、図3および図6に示した各ステップの符号は、本発明の加工条件検討装置を用いて加工条件を検討する際の制御を示す図9のフローチャートの各ステップと対応させて示されている。

【0015】図1に示すように、本発明に係る加工情報自動作成評価装置は、概略、製品形状と粗材形状とから

加工部位を抽出し、加工形状を決定する加工部位決定部1と、決定された加工形状に加工するための、工具を選択する工具選択部21と工具を設計する工具設計部22との少なくとも一つを有する工具決定部2と、選択されまたは設計された工具の加工条件を決定する加工条件決定部3と、工具軌跡を作成し、決定された加工条件と作成された工具軌跡とから加工時間を算出する加工時間算出部4と、算出された加工時間が目標値を満たすように、各決定部1、2、3および加工時間算出部4により決定された各加工情報の少なくとも一つを自動修正して該当決定部1、2、3または加工時間算出部4にフィードバックするフィードバック処理部5とを備えてなる。加工部位決定部1、工具決定部2、加工条件自動決定部3、および加工時間算出部4は、フィードバック処理部5とそれぞれ独立して接続され、また、入出力インターフェース6を介してキーボード等の入力装置7、ディスプレイ8およびプリンタ9等の出力装置とそれぞれ接続されている。

【0016】加工部位決定部1は、加工部位抽出部11と加工形状決定部12とを備えてなるもので、必要に応じて三次元CADで記憶された製品形状CADデータファイル13および粗材形状CADデータファイル14にアクセスして、これらに格納された情報を読み取ることが可能となっている。製品形状CADデータファイル13には、製品の寸法やその公差等が記憶されている。また、粗材形状CADデータファイル14には、粗材の寸法や材質等が記憶されている。

【0017】加工部位抽出部11は、製品形状CADデータファイル13および粗材形状CADデータファイル14にアクセスし、それぞれ最終的な製品形状と加工前の粗材形状とを読み取って解析し、粗材の形状から所望の製品形状に加工するための加工部位を抽出する。製品形状CADデータファイル13および粗材形状CADデータファイル14が三次元CADで記憶されているため、両CADデータの差分により、例えば図2や図3中のS2に示したような穴や面といった加工部位の抽出を自動で行うことができる。

【0018】加工形状決定部12は、加工部位抽出部11によって抽出された加工部位から、加工形状とその各加工形状の径Dや深さ（長さ）L等、加工形状のパラメータを決定する。加工形状決定部12により決定される加工形状は、加工部位抽出部11によって抽出された加工部位が複雑ではない場合には、その加工部位を加工形状として決定し、たとえば図2中のS3に示すように、抽出された加工部位である穴が小径部d1と大径部d2と面取り部Cとを有するような複雑な場合には、小径部d1と面取り部Cを一の工具で加工して、大径部d2を別の工具で加工するように、加工部位を複数に分割した加工形状として決定する。加工部位を各加工形状に分割するに際しては、加工精度が互いに密接に関係する加工

部位が組み合わせられるよう設定されている。図2に示した例では、小径部d1が、大径部d2よりも、面取り部Cと高い精度の中心軸の同心度の公差を要求されるような場合に小径部d1と面取り部Cを組合せた加工形状とされる。

【0019】工具決定部2は、工具選択部21と工具設計部22とを備えてなるもので、必要に応じて工具データベース23にアクセスして、そのなかに格納された工具データを読み取ることが可能となっている。工具データベース23に格納された工具データには、具体例として図4に参照されるように、現在保有している工具の、割りつけた番号、種類、加工可能な長さLや径D等工具の大きさ、刃具枚数、一度に加工可能な穴等の部位の数等が含まれている。

【0020】工具選択部21は、工具データベース23にアクセスして現在保有している工具データの中から、例えば、加工形状決定部12により決定された加工形状が穴である場合には穴あけ加工が可能なドリルを、また、加工形状が面である場合には平面削り加工が可能なフライスを、というように工具の種類を選択する。そして、加工形状決定部12によって決定された各加工形状の加工径、加工深さ、面取り角度、加工面の幅等、加工形状のパラメータから、径Dや長さLが適合する工具形状パラメータを有する工具を自動選択してそれぞれに割り当てる。加工形状のパラメータにより、工具を自動選択することが可能となっている。

【0021】一方、工具データベース23に格納された現在保有している工具データの中に加工形状に適した工具形状パラメータを有する工具がない場合には、加工形状決定部12によって決定された各加工形状の径Dや深さ（長さ）L等の加工パラメータから、工具設計部22が工具の外径Dや長さL等を求め、その加工形状に加工するのに適した工具形状パラメータを有する工具を自動設計する。加工形状のパラメータにより、工具形状を自動で設計することが可能となっている。なお、上述したように加工部位を加工が容易な加工形状に分割した場合には、その加工形状パラメータに応じた工具形状パラメータを有する工具が、工具選択部21により割り当てら*

$$\text{加工速度 } V = (\text{円周率 } \pi \times \text{工具径 } D \times \text{加工回転数 } N) / 1000 \quad (\text{単位: m/min}) \cdots \cdots \textcircled{1}$$

したがって加工回転数Nは次式②のように表される（図※ ※3のS7を参照）。

$$\text{加工回転数 } N = (1000 \times \text{加工速度 } V) / (\text{円周率 } \pi \times \text{工具径 } D) \cdots \cdots \textcircled{2}$$

そして、加工条件決定部3は、上記式②に基づいて、送★ ★り速度Fを次式③にしたがって自動算出する。

$$\text{送り速度 } F = \text{推奨送り速度 } f \times \text{刃具枚数 } z \times \text{加工回転数 } N \cdots \cdots \textcircled{3}$$

【0024】なお、例えば図3のS8に参照されるように、加工形状が小径部d3と大径部d4を有する多段穴とされ、この多段穴を一の工具で加工する場合には、加工条件は、小径部d3を加工する際には条件No. T1（図5）の推奨加工速度＝V1に決定し、推奨工具送り速度f1に基づいて送り速度Fを算出する。また、大径

＊れ、あるいは、工具設計部22により設計される。工具自動設計部22により作成された設計図等は、新たな工具データとして工具データベース23に記憶されると共に、必要に応じてディスプレイ8に表示したり、プリンタ9によってプリントアウトされる。

【0022】加工条件決定部3は、必要に応じて加工条件データベース31にアクセスして、そのなかに格納された切削等の加工条件データを読み取ることが可能となっている。加工条件データベース31に格納された加工条件データには、具体例として図5に参照されるように、工具の材質と粗材の材質との各種組み合わせが設定された加工条件と、この各加工条件において推奨される加工速度Vや送り速度f、および最大加工速度Vmや送り速度fm等が含まれている。加工条件決定部3は、工具の加工条件として、工具の加工速度Vを自動で決定すると共に、工具の送り速度Fを自動で算出して決定する。この加工条件決定部3による加工条件の決定は、被削材の材質や、工具決定部2で選択されたまたは設計された工具の材質および工具形状パラメータ等に基づいて行われるため、自動で決定することが可能となる。

【0023】加工条件決定部3による工具の加工速度Vの決定および送り速度Fの算出は、以下のようにして行われる。すなわち、最初に工具データベース23から工具の長さLと径Dを読み取り、工具の長さに対する加工径の比（L/D）を求める。そして、例えば、L/D < 4のときには、図5に参照されるような加工条件の中から推奨加工速度Vや推奨送り速度fが選択され、L/D < 4ではないときには、図5の加工条件とは異なる他の加工条件における推奨加工速度や推奨送り速度および最高加速度や送り速度等が選択される。工具の長さのその径に対して長い場合（L/Dが大きい場合）には、加工速度や送り速度を速くすることはできない。また、加速度および送り速度を最高加速度Vmおよび送り速度fmに近づけることによりサイクルタイムは短縮されるが、工具寿命が短くなるために工具交換頻度が増加して、後述する加工時間が増加する要因となる。ここで、加工速度とは、被削材（粗材）と工具との相対運動の速度を意味し、回転工具の場合には次式④のように表される。

部d4を加工する際には条件No. T2（図5）の推奨加工速度＝V2に決定し、推奨工具送り速度f2に基づいて送り速度Fを算出する。そして、工具が大径部d4の加工を開始するとき、すなわち、加工速度V1、送り速度f1から加工速度V2、送り速度f2に移行する際には、自動で、例えば加工速度をV2に変更すると共

に、送り速度 f_3 を送り速度 f_2 の半分に一端変更する（送り速度変更）。

【0025】加工時間算出部4は、工具軌跡作成部41と加工時間演算部42とを備えてなるもので、必要に応じて設備データベース43にアクセスして、そのなかに格納された設備データを読み取ることが可能となっている。設備データベース43に格納された設備データには、工具決定部2で選択または設計された各種工具を駆動するための各設備の形状に関する情報や、メンテナンスのための設備停止頻度の他、各設備毎の生産ライン内での設備順序、設備番号、設備性能データ等が含まれている。

【0026】工具軌跡作成部41は、各加工形状に対する工具の加工送り移動軌跡と、工具の各加工形状に対する近接退避移動軌跡と、各加工部位間の移動軌跡（例えば、一の穴加工から次の穴加工を行うための移動軌跡）とを作成する。この工具軌跡の作成は、加工形状のパラメータと工具形状パラメータによって行うため、加工残りがないように、工具の切削等の加工送りの開始点と終了点を自動で計算することが可能となる。また、工具軌跡作成部41は、この作成した工具の移動軌跡に基づいて、設備データベース43に記憶された設備の中から工具を駆動するための設備を選択・指定する。

【0027】加工時間演算部42は、加工条件決定部3により決定された送り速度（上述した「送り速度変更」を含む）等の加工条件と、工具軌跡作成部41により作成された工具の移動軌跡の距離等から加工時間を自動で演算する。なお、この加工時間の演算には、工具によるワークの実加工時間の他、工具の各加工形状に対する近接退避移動のための時間、工具を駆動する設備の主軸が所定の設定された回転数 N に達するまでの加減速に要する時間、および寿命による工具交換のための時間等も考慮される。そして、この工具交換のための時間は、一般に工具を取付ける設備によってあらかじめ設定されているが（例えば t_4 とする）、本発明の加工条件検討装置では、工具の重量 w によって、あらかじめ設定された交換時間（ t_4 ）から、他のあらかじめ設定された交換時間（例えば t_5 とする）に変更するよう構成されている。すなわち、工具の重量 w とあらかじめ設定された工具の重量 w_m とを比較し、推定された工具の重量 w が設定された工具の重量 w_m よりも小であるときには、工具交換時間をあらかじめ設定された t_4 とし、推定された工具の重量 w が設定された工具の重量 w_m 以上であるときには、工具交換時間をあらかじめ設定された t_5 とする。工具の重量 w は、工具データベース23に記憶されたあるいは工具自動設計部で設計された工具の三次元CADにより計算することができる工具の体積と、加工条件データベース31に記憶された工具材質により一義的に求まる比重とから、自動で算出・推定することができる。したがって、工具交換のための実情に即した時間を

自動で計算することが可能となる。

【0028】フィードバック処理部5は、加工時間算出部4で算出された加工時間 t と、あらかじめ設定された目標加工時間とを比較することにより評価し、算出された加工時間 t が目標加工時間を満たさない場合には、加工部位決定部1により決定された加工形状、工具決定部2により決定された工具、加工条件自動決定部3により決定された加工条件、および加工時間算出部4で決定された工具を駆動するための設備の少なくとも1つを自動修正して、所定の決定部等1、2、3、4にフィードバックし、再度加工時間の算出を行わせる。加工時間算出部4により算出された加工時間と、フィードバック処理部にあらかじめ設定された目標加工時間は、必要に応じてディスプレイ8に表示したり、プリンタ9によってプリントアウトされる。

【0029】次に、以上のように構成された本発明の加工情報自動作成評価装置により加工情報を作成し、その加工情報を評価するための一連の制御を詳細に説明する。最初に、基本制御を図9に示したフローチャートに基づいて説明する。加工条件の検討を開始すると（S1）、加工部位抽出部11が製品形状CADデータファイル13と粗材形状CADデータファイル14とにアクセスして最終的な製品形状と加工前の粗材形状とをそれぞれ読み取って粗材の形状から所望の製品形状に加工するための部位を抽出し（S2）、加工形状決定部12が加工部位から加工形状を決定する（S3）。

【0030】その後、工具決定部2が工具データベース23にアクセスして決定された加工形状に応じた工具が工具データのなかにあるかを判断し（S4）、加工形状に応じた工具がある場合（YESの場合）には工具自動選択部21により工具データのなかから該当工具が自動選択され（S5）、該当工具がない場合（NOの場合）には工具自動設計部22により加工形状に応じた工具が設計される（S6）。

【0031】続いて、加工条件自動決定部3が上記式②および式③にしたがって自動計算することにより加工回転数 N および送り速度 F 等の加工条件を決定し（S7）、工具軌跡作成部41が各加工形状に対する工具の加工送りの開始点および終了点等の工具の移動軌跡を作成して（S8）、設備データベース43にアクセスして使用する設備を指定する（S9）。そして、加工時間演算部42は、決定された工具の加工速度 V および送り速度 F （加工条件）と作成された工具の移動軌跡の距離、および工具の重量に基づく交換時間等から加工時間を演算し（S10）、算出された加工時間をあらかじめ設定された加工時間と比較してこの設定時間を満たすかを判断する（S11）。算出加工時間が設定加工時間を満たす場合（YESの場合）には、必要に応じて、各決定部1、2、3、4により決定された内容をディスプレイ9に表示し、あるいはプリンタ10によりプリントアウト

して、加工条件の検討を終了する(S12)。

【0032】算出加工時間が設定加工時間を満たさない場合(S11でNOの場合)には、最初に使用設備を変更すると判断する(S13でYES)。この場合には、ステップ9に戻って設備データベース43にアクセスし、先に指定した設備とは性能等が異なる別の設備を選択・指定し直し(S9)、加工時間演算部42により、再度加工時間を演算して(S10)あらかじめ設定された加工時間を満たすかを判断し(S11)、満たす場合には加工情報の作成およびその評価を終了する(S12)。

【0033】また算出加工時間が設定加工時間を満たさない場合(S11でNOの場合)には、次に、加工条件を変更して算出加工時間が設定加工時間を満たすかを判断する。すなわち、使用設備を変更しないと判断し(S13でNO)、加工条件を変更すると判断する(S14でYES)。そして、ステップ7に戻って加工条件決定部3により加工条件の設定を変更する。このとき、加工時間を短縮するためには、工具の加工速度Vあるいは工具の送り速度fを速くするように設定することとなる。各工具には、図5に示すように、最高加工速度V_mおよび最高送り速度f_mが設定されており、これらの速度の範囲内で加工条件が変更される。また、この場合には、工具寿命が短くなって交換頻度が高くなるため、工具交換時間の増加が考慮される。続いて、ステップ8以降の処理を再度行い、加工時間演算部42により再度演算された(S10)加工時間が、あらかじめ設定された加工時間を満たすかを判断し(S11)、満たす場合には加工情報の作成を終了する(S12)。

【0034】さらに算出加工時間が設定加工時間を満たさない場合には、次に、加工形状を変更して算出加工時間が設定加工時間を満たすかを判断する。すなわち、使用設備を変更しないと判断し(S13でNO)、加工条件を変更しないと判断し(S14でNO)、加工形状を変更することとし(S15)、短縮したい時間から加工可能な穴の深さや面の長さを計算し、ステップ3に戻ってその計算された穴の深さや面の長さとなるように、加工部位決定部1によって先に決定した加工形状とは異なる加工形状を決定する。そして、ステップ4以降の処理を再度行い、加工時間演算部42により再度演算された(S10)加工時間が、あらかじめ設定された加工時間を満たすかを判断する(S11)。ここで、加工形状の変更とは、製品形状と粗材形状の両形状の変更を意味しており、短縮したい時間から計算された加工可能な穴の深さや面の長さとなるように、製品形状を変更することなく粗材形状を変更し、または粗材形状を変更することなく製品形状を変更し、あるいは粗材形状および製品形状の両形状を変更することでもできる。

【0035】なお、この実施の形態では、算出加工時間が設定加工時間を満たさない場合に、使用設備と、加工

条件と、加工形状を一つずつ順に変更する場合によって説明したが、本発明の加工情報自動作成評価装置はこれに限定されることなく、既述したように、決定された加工形状に加工するための工具を性能等が異なるものに変更してもよく、さらに、使用設備と、加工条件と、加工形状と工具とを組み合わせる変更させることもできる。

【0036】次に、上述したフローチャートを参照しつつ、図3ないし図5に基づいて穴加工を行う場合を説明する。加工部位抽出部11により、三次元CAD情報として記憶された製品形状CADデータファイル13および粗材形状CADデータファイル14から、それぞれ最終的な製品形状と加工前の粗材形状とを読み取って解析し、加工部位である穴を抽出する(S2)。

【0037】抽出された加工部位から、加工形状と各加工形状の径Dや深さ(長さ)L等の三次元CADの加工形状のパラメータが加工形状決定部12により決定され、このパラメータに適合する工具が工具データベース23に記憶された工具の中から選択・指定される(S5)。一方、適合する工具が工具データベース23に記憶された工具の中になく場合には、三次元CADで決定された加工形状のパラメータに基づいて三次元の工具形状が自動設計される(S6)。

【0038】次いで、選択あるいは設計された工具の工具形状パラメータを基に加工条件が自動計算される(S7)。この加工条件の計算は、上述したように、最初に求めた工具の長さに対する加工径の比(L/D)から、加工条件データベース31に記憶された適合する加工条件データを選択し(図5を参照)、その加工条件データの中から推奨加工速度Vや推奨送り速度fを読み込み、式②から加工回転数Nを求め、式③にしたがって送り速度Fを自動で計算する。

【0039】そして、図3のS8に示したように、加工形状が多段穴に決定された場合には、図5の条件No. T1の推奨加工速度=V1、推奨工具送り速度f1が選択された小径部d3の加工を続けつつ、工具の大径部の端面が被削材に当接して、条件No. T2の推奨加工速度=V2、推奨工具送り速度f2が選択される大径部d4の加工を開始するとき、すなわち、加工速度V1、送り速度f1から加工速度V2、送り速度f2に移行するときには、例えば、送り速度をf1からf2の半分のf3に自動変更する。

【0040】工具軌跡決定部41により工具軌跡が作成されると共に、設備データベースの中から使用設備が指定されると、加工時間演算部42は、工具材質と工具形状パラメータによって工具の重量を自動で計算することにより、その工具を交換することが可能なスピードを自動で計算し、工具交換時間を求める。そして、加工時間演算部42は、加工条件および工具軌跡から実加工時間および移動時間を求め、主軸加減速時間と、先に求めた工具交換時間を加えて加工時間tを計算する(S1

0)。

【0041】計算された加工時間 t はあらかじめ設定された目標となる加工時間と比較され、この目標加工時間に計算加工時間 t が入らない場合には、この穴加工の場合には、加工条件を変更する。この加工条件の変更は、目標加工時間と計算加工時間 t の差 Δt を計算し、ステップ7で計算された加工速度および工具の送り速度を、推奨加工速度 V および推奨送り速度 f から、最高加工速度 V_m および最高送り速度 f_m となるまで、所定のある比率で上げる。これにより、 Δt の削減を図るのである。

【0042】加工条件を変更しても計算加工時間 t が目標加工時間に入らない場合には、加工形状を変更する。この加工形状の変更は、目標加工時間および計算加工時間 t の差 Δt と、工具の送り速度 F とから、 Δt が無くなるように穴の深さ（加工距離）が計算され、その深さの穴を有するような形状の製品が提案され、あるいは、その深さの穴加工で済むような粗材の形状が提案される。そして、これらの提案された製品あるいは粗材の形状とした場合で、加工時間の計算を再度行う。

【0043】次に、面加工を行う場合を図6ないし図8に基づいて説明する。なお、この説明においては、上述した穴加工と異なる部分のみを説明することとし、同様または相当する部分についてはその説明を省略する。例えば、被削材が図6に示すような加工面を有する場合、*

$$z = (\text{円周率} \times \text{工具径} D) / C \quad (\text{但し、} C \text{は被削材の材料係数}) \cdots \textcircled{5}$$

【0045】工具軌跡作成部41では、加工時間演算部42により工具材質と工具形状パラメータによって工具の重量を自動で計算し、その工具を交換することが可能なスピードを自動で計算し、工具交換時間を求める。また、加工（切削）距離は、設備のタイプによって自動計算される。すなわち、例えば、設備タイプが図7に示すように、フライスカッタMを回転駆動する主軸Mcが被削材の加工面に対して傾斜した所謂ヒーリングを行う専用機の場合、フライスカッタMの刃先が被削材に接触開始する点（一点接触）から、フライスカッタMが被削材から離脱して加工を終了する点（三点接触）までの距離 L を自動で計算する。また、設備タイプが図8に示すように、正面フライスカッタMを回転駆動する主軸Mcが被削材の加工面に対して垂直なNC加工機の場合、フライスカッタMの刃先が被削材に接触開始する点（一点接触）から、フライスカッタMの刃先が被削材から離脱して加工を終了する点（一点接触）までの距離 L を自動で計算する。これらにより、ステップ8で工具軌跡が作成され、加工時間 t が計算される（S10）。

【0046】

【発明の効果】本発明に係る加工情報自動作成評価装置によれば、製品形状と粗材形状とから加工部位を抽出し、加工形状を決定する加工部位決定部と、決定された加工形状に加工するための、工具を選択する工具選択部

* 三次元CAD情報として記憶された製品形状CADデータファイル13および粗材形状CADデータファイル14から、それぞれ最終的な製品形状と加工前の粗材形状とを読み取って解析し、加工面の最大長 L および最大幅 W を抽出し、加工形状決定部12により、三次元CADの加工形状のパラメータを決定する。工具自動選択部21では、この三次元の加工形状パラメータから工具データベース23に記憶された工具の中から適合する工具を自動で選択する（S5）。工具Mとしての面加工用のフライスカッタは一般に入射角 α および逃げ角 β が設定されており、これらの入射角 α 、逃げ角 β 、および加工部位抽出部11によって抽出された加工面の最大幅 W 等の加工形状パラメータにより、フライスカッタMの径 D を計算する。

【0044】一方、工具データベース23の工具データの中で適切な工具が無い場合には、加工形状決定部12により決定された三次元CADの加工形状のパラメータで、工具自動設計部22が自動で三次元工具形状を作成する（S6）。工具自動設計部22では、加工面の最大長 L および最大幅 W から計算されたフライスカッタMの径 D を決定し、工具形状を自動設計する。また、フライスカッタMの刃具の枚数 Z は、アルミニウムや鋳鉄等といったように被削材によって異なるが、次式⑤により求められる。

と工具を設計する工具設計部との少なくとも一つを有する工具決定部と、選択されまたは設計された工具の加工条件を決定する加工条件決定部と、工具軌跡を作成し、決定された加工条件と作成された工具軌跡とから加工時間を算出する加工時間算出部と、算出された加工時間が目標値を満たすように、各決定部および加工時間算出部により決定された各加工情報の少なくとも一つを自動修正して該当決定部または加工時間算出部にフィードバックするフィードバック処理部とを備えたことにより、総合的に各種加工情報を自動で作成し、この作成された加工情報を評価し、評価が所定条件を満たさない場合に、評価が所定条件を満たすように作成した加工情報を自動で変更設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る加工情報自動作成評価装置の実施の一形態を示すブロック図である。

【図2】本発明に係る加工情報自動作成評価装置が行う作業の概要を示す説明図である。

【図3】本発明に係る加工情報自動作成評価装置により穴加工のための加工情報の作成とその評価を行う場合の具体例を示す説明図である。

【図4】工具データベースに格納された工具データの具体例を示す表である。

【図5】加工条件データベースに格納された加工条件デ

ータの一具体例を示す表である。

【図6】本発明に係る加工情報自動作成評価装置により面加工のための加工情報の作成を行う場合の具体例を示す説明図である。

【図7】図6に示した設備タイプが、工具を回転駆動する主軸が被削材に対して傾斜した所謂ヒーリングを行う専用機の場合を示す説明図である。

【図8】図6に示した設備タイプが、工具を回転駆動する主軸が被削材に対して垂直な正面フライスNC加工機である場合を示す説明図である。

【図9】本発明の加工情報自動作成評価装置により加工情報を作成し、その加工情報を評価するための一連の基*

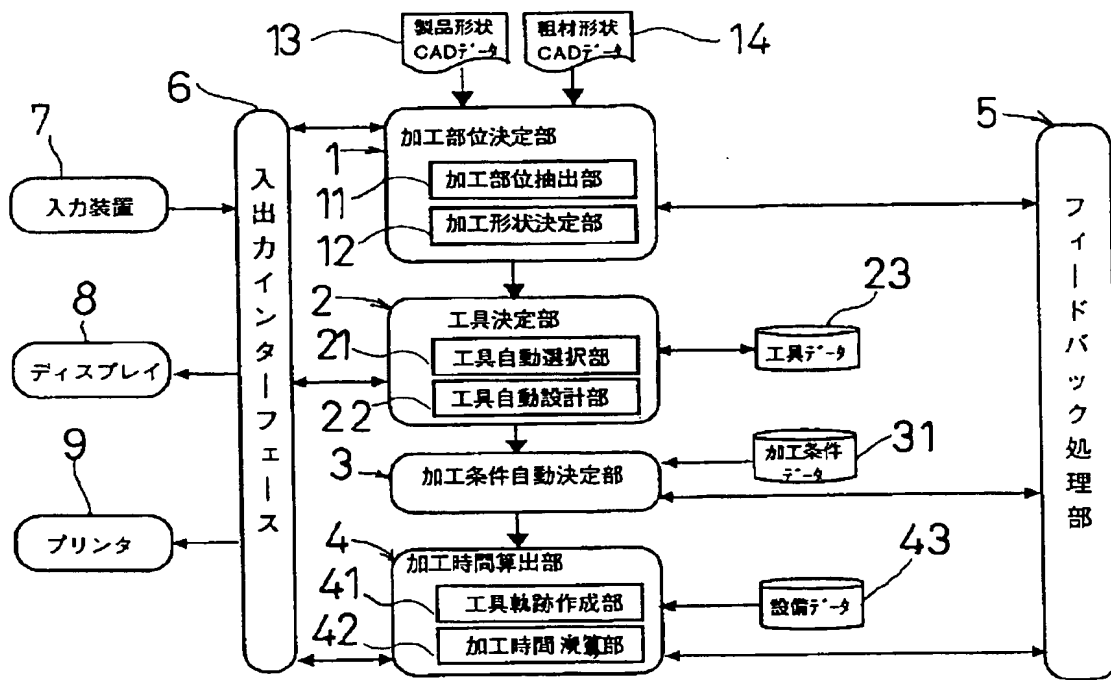
* 本制御を示すフローチャートである。

【図10】従前の一般的な加工情報の作成とその評価を行う場合の作業の概要を示す説明図である。

【符合の説明】

- 1 加工部位決定部
- 2 工具決定部
- 21 工具選択部
- 22 工具設計部
- 3 加工条件決定部
- 4 加工時間算出部
- 5 フィードバック処理部

【図1】

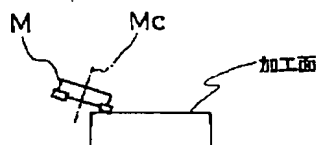


【図4】

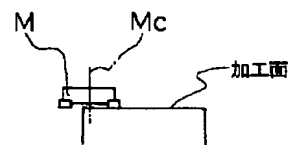
工具データ

工具 No.	種類	加工面		刃具 枚数	加工 穴数
		L	D		
T1	ドリル			1	1
T2	ドリル			1	1
T3	ホーリング			2	1
T4	ホーリング			2	2

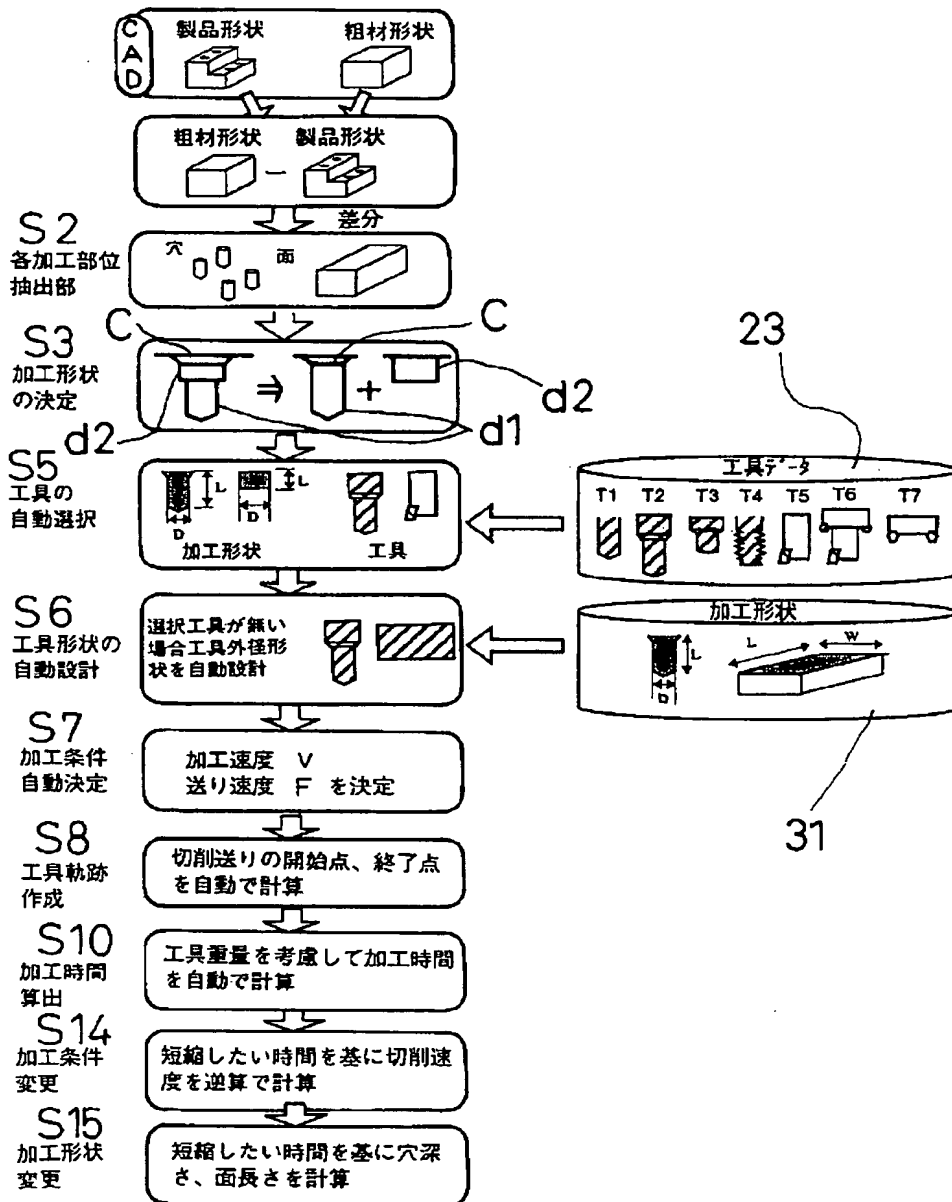
【図7】



【図8】

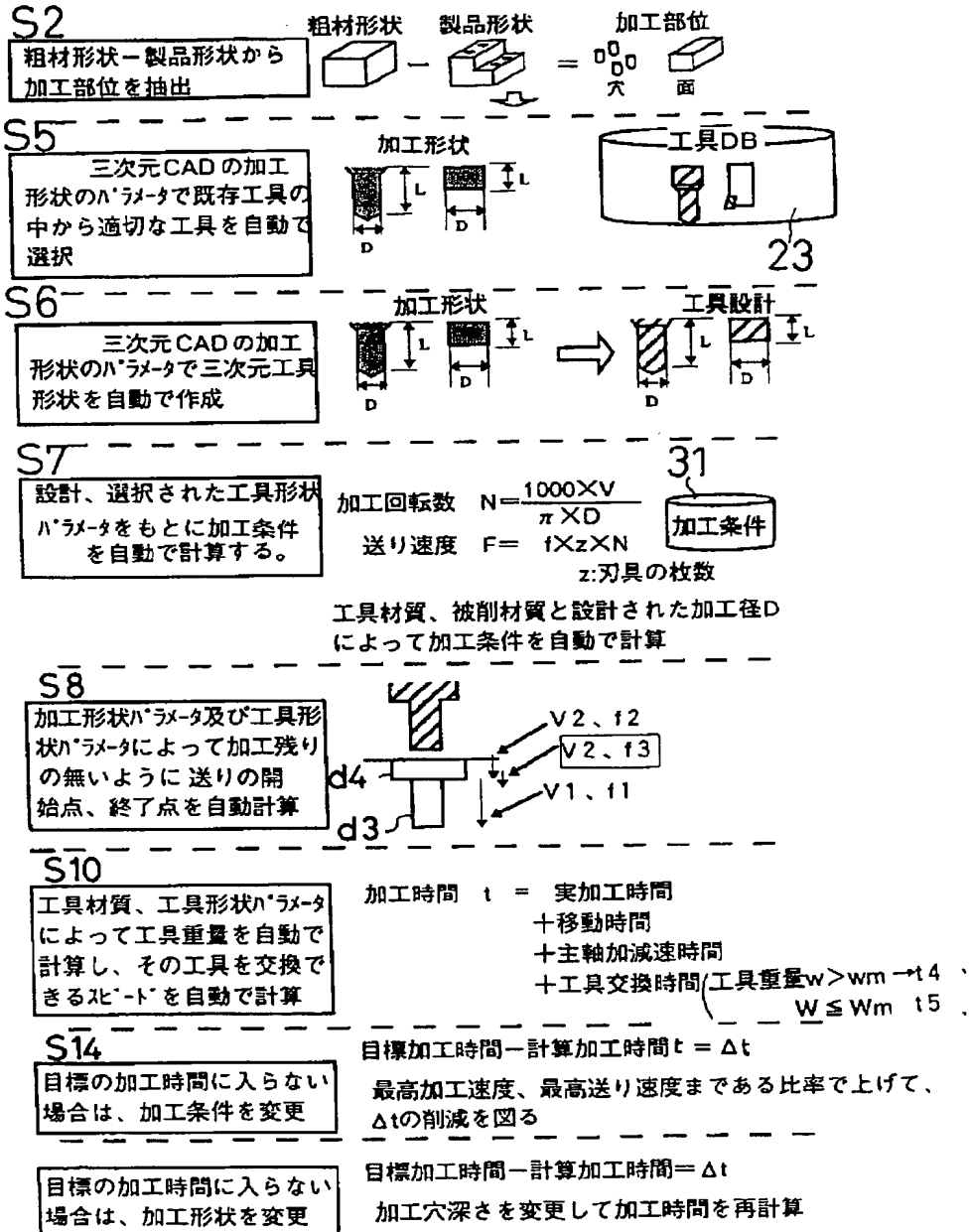


【図2】



【図3】

穴加工の例

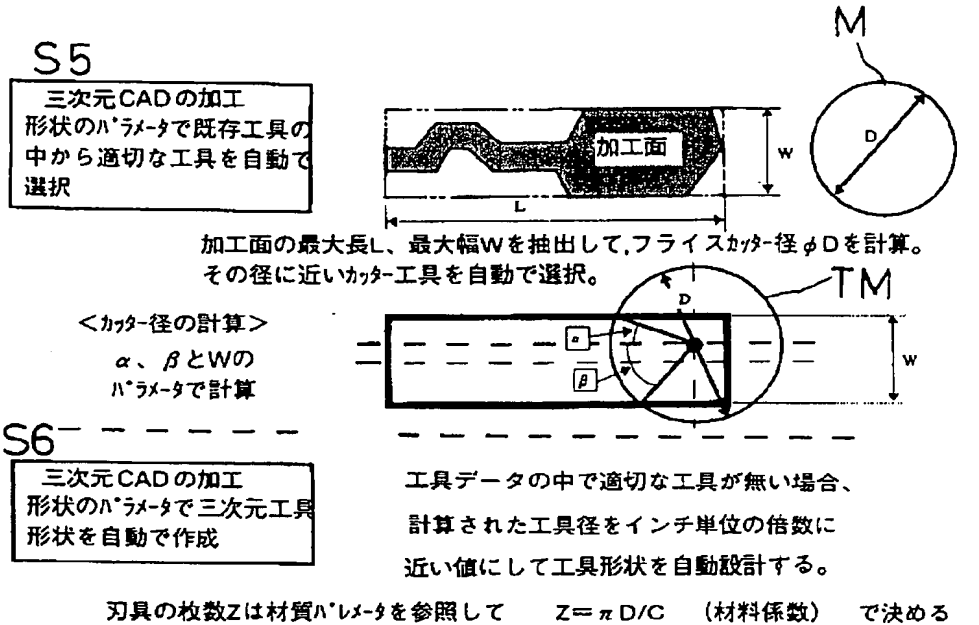


【図5】

加工条件データ ($\frac{L}{D} < 4$)

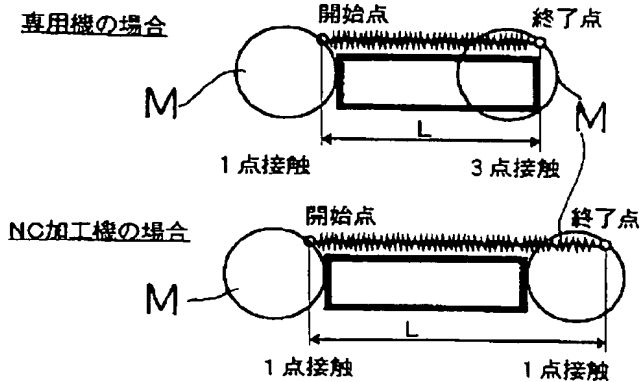
条件 No.	工具 材質	被削 材質			最高加工 速度Vm	最高送 り速度fm
T1	a	e			Vm1	fm1
T2	b	f			Vm2	fm2
T3	c	g			Vm3	fm3
T4	d	h			Vm4	fm4

【図6】

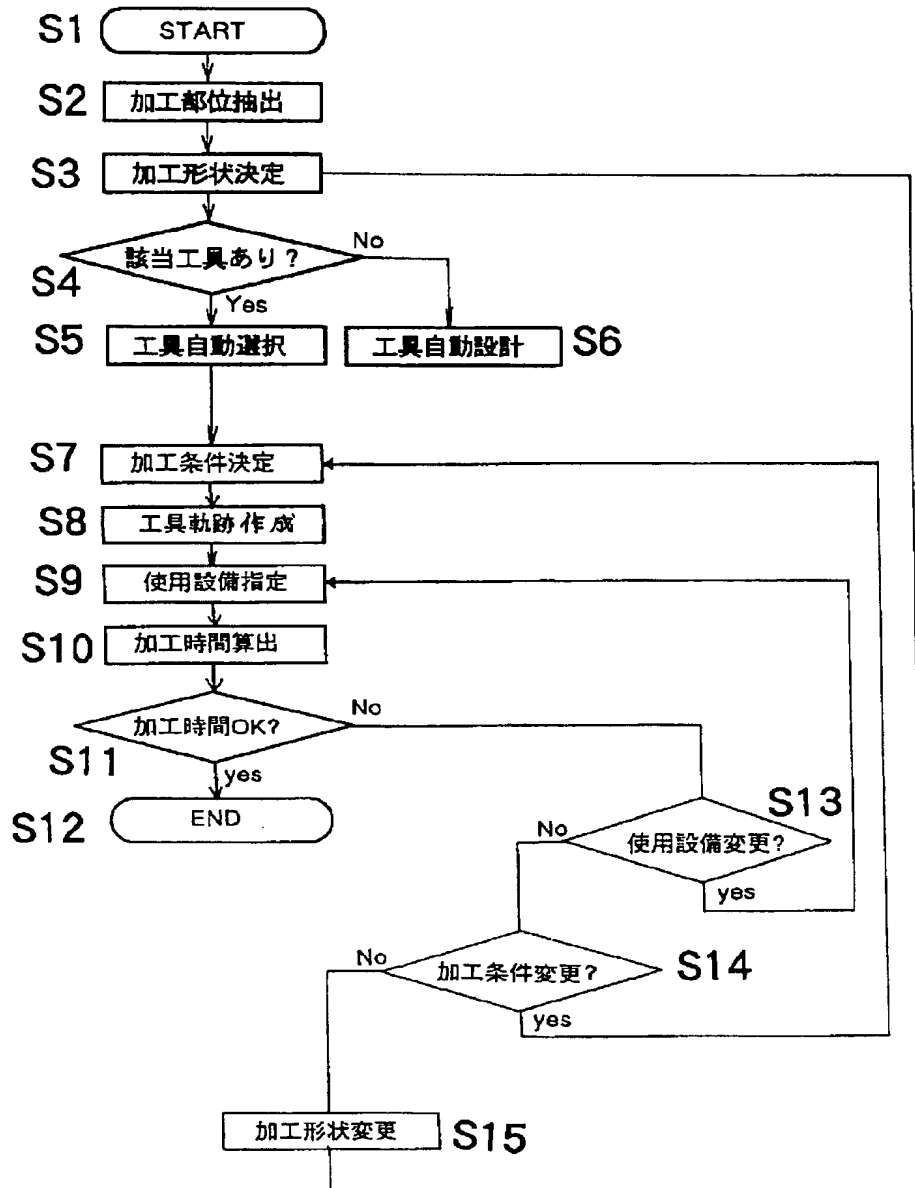
**S8**

工具材質、工具形状パラメータによって工具重量を自動で計算し、その工具を交換できるユニットを自動で計算。また、切削距離は設備タイプで自動計算

フライス加工の切作距離の計算



【図9】



【図10】

